

## **Mikrosystembauelement und Verfahren zum Kleben von Mikrobauteilen auf ein Substrat**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kleben von Mikrobauteilen auf ein  
5 Substrat bei der Herstellung von Mikrosystembauelementen.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Mikrosystembauelement mit mindestens einem auf ein Substrat geklebtem Mikrobauteil.

10 In der Mikrosystemtechnik werden vielfach elektronische, elektromechanische oder rein mechanische Mikrobauteile auf ein Substrat geklebt. Die hierbei erforderliche Präzision, die geringen Klebflächen und die Notwendigkeit der Automatisierung des Fügevorgangs stellen hierbei ein  
15 besonderes Problem dar. Herkömmlicherweise erfolgt das Kleben von Mikrobauteilen mit viskosen Klebstoffen als Ein- oder Zwei-Komponentensysteme, die eine spezifische Topfzeit haben, innerhalb der die Klebeeigenschaften erhalten bleiben und der Klebvorgang durchgeführt werden kann. Viskose Klebstoffe haben zudem eine spezifische Aushärtezeit, die der Klebstoff benötigt, um eine stabile Klebverbindung zu  
20 gewährleisten.

In den Druckschriften US 6,126,765; US 2003/0029724 A1 und WO 98/45693 werden derartige Verfahren zum Verkleben von Mikrostrukturen mit viskosen Schmelzklebstoffen beschrieben.

25

Die Topfzeit sollte möglichst groß sein, um ein rationelles Fügen von Mikrobau-teilen durch großflächiges Auftragen des Klebstoffs auf das Substrat und an-schließendes Fügen einer Vielzahl von Mikrobauteilen auf das Substrat in einer für den Vorgang erforderlichen Zeit zu ermöglichen.

30 Auf der anderen Seite sollte die Topfzeit und Aushärtezeit möglichst klein

sein, damit die Klebverbindung nach dem Fügen sofort aushärtet und die Mikrobauteile sich nicht auf dem Substrat verschieben. Diese beiden konträren Randbedingungen sind kaum miteinander in Einklang zu bringen. Erschwerend hinzu kommt die in der Mikrosystemtechnik erforderliche  
5 geringe Schichtdicke des Klebstofffilms im  $\mu\text{m}$ -Bereich im Unterschied zur makroskopischen Klebung.

In der DE 198 50 041 A1 wird ein mikrotechnologisches Bondverfahren zur Herstellung einer Klebverbindung mit einem flüssigen oder pastösen  
10 Schmelzklebstoff beschrieben, der zumindest eine Viskosität derart aufweist, um als Kleberfaden mit einem definierten Querschnitt auf einem der Fügepartner plaziert zu werden. Die Klebewirkung entfaltet sich erst bei spezifischen äußeren Einwirkungen, beispielsweise Erwärmung des Klebstoffes, sodass der Kleberfaden aufgrund der noch nicht vorhandenen  
15 oder nur geringen Haftungstendenz verschoben werden kann. Dies kann aber dazu führen, dass die gewünschte Klebefläche nur noch teilweise mit der erforderlichen Klebstoffmenge benetzt ist, was zu deutlicher Verringerung der Fügequalität führt.

20 In der DE 37 39 333 A1 wird ein Verfahren zur Herstellung von Schmelzklebeverbindungen beschrieben, in der ein Laser als Wärmequelle verwendet wird. Das Verfahren sieht vor, dass die zu verklebenden Wafer rückseitig in einer Lackschleudieranlage mit einer Schmelzkleberlösung bzw. mit einem Klebelack beschichtet oder mit einer Folienbügelanlage mittels  
25 einer Klebefolie kaschiert werden. Anschließend werden die Wafer wie üblich zersägt und die vereinzelt Chips getrocknet. Die Chips werden nun im Takt gleichzeitig vom Wafer abgehoben und paarig mit dem Laser fixiert. Die Energie des Laserstrahls dient hier zum Aufschmelzen des Klebstoffes, um die Fügung der Partner herzustellen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zum Kleben von Mikrobauteilen auf ein Substrat zur Herstellung von Mikrosystembauelementen zu schaffen, das ein rationelles Fügen einer  
5 Vielzahl von Mikrobauteilen einzeln nacheinander oder vorzugsweise in einem Schritt ermöglicht und ein Verschieben der Mikrobauteile unter Berücksichtigung der hohen Genauigkeitsanforderungen in der Mikrosystemtechnik nach dem Aufbringen der Mikrobauteile auf das Substrat verhindert.

10

Diese Aufgabe wird mit dem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass pulverförmiger Schmelzklebstoff flächig auf die Oberfläche des Substrats oder Mikrobauteils aufgetragen, ausgewählte Klebestellen durch lokale Erwärmung mittels Bestrahlung der ausgewählten  
15 Klebestellen durch eine fokussierbare Wärmequelle angeschmolzen und die nicht angeschmolzene Pulverschicht entfernt wird. Anschließend erfolgt dann das Aufkleben des mindestens einen Mikrobauteils auf das Substrat durch Aufbringen der Mikrobauteile auf das Substrat und nochmalige Erwärmung des Verbundes.

20

Reaktive oder nicht reaktive Schmelzklebstoffe sind grundsätzlich aus der Makrotechnik bekannt. Im Unterschied zu den viskosen Klebstoffen erfolgt die Klebung beim Abkühlen sofort ohne Aushärtezeit, nachdem der Schmelzklebstoff über die Schmelztemperatur erwärmt wurde. In  
25 Abhängigkeit vom Schmelzklebstoff ist die Klebverbindung reversibel oder irreversibel. Bei reaktiven bzw. nahvernetzenden Schmelzklebstoffen ist die Klebverbindung nicht reversibel, sobald die Reaktion bzw. Nahvernetzung gestartet wurde. Bei einer reversiblen Klebverbindung kann das Mikrobauteil nach Erwärmen über eine spezifische Temperatur wieder abgelöst werden.

Allerdings ist sowohl bei der reversiblen, als auch bei der irreversiblen Klebverbindung ein Anhaften des Mikrobauteils an dem Substrat gewährleistet, bei dem das Mikrobauteil sich nicht mehr verschiebt, auch nicht um geringste Entfernungen im  $\mu\text{m}$ -Bereich.

5

Schmelzklebstoffe sind Klebstoffe, die durch Wärmeeinwirkung aufschmelzen und bei Erstarren die Klebverbindung bilden. Übliche Schmelzklebstoffe sind beispielsweise Mischungen von Ethylen-Vinylacetat-Copolymeren, Polyamiden oder gesättigten Polyestern mit Zusätzen wie Harzen, Weichmachern, Stabilisatoren oder Füllstoffen.

10

Im Unterschied hierzu sind Reaktionsklebstoffe zu sehen, die durch chemische Reaktion abbinden. Dabei stellt sich jedoch das oben genannte Problem der Topf- und Abbindezeit. Weiterhin sind anlösende Klebstoffe bekannt, die die zu verklebenden Oberflächen anlösen, so dass nach Diffusion der Makromoleküle und Verdunstung des Lösemittels die Klebung eintritt. Auch hier ist die Reaktionszeit zu lang. Alles-Kleber binden ebenfalls durch Verdunsten von Lösungsmittel ab.

15

Die reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoffe sind auch im Unterschied zu herkömmlichen Haftklebstoffen zu sehen, die als dauerklebrige Klebstoffe zumeist auf Kautschukbasis bei geringem Druck haften, bei dauernder Last jedoch zum Kriechen neigen. Ungeeignet sind auch Kontaktklebstoffe, die auf beide zu verklebenden Oberflächen aufgetragen werden müssen, wobei nach einer Vortrocknung die Klebung durch kurzzeitiges, starkes Zusammendrücken erfolgt.

20

25

Reaktive oder nicht reaktive Schmelzklebstoffe zeichnen sich als physikalisch abbindende Klebstoffe dadurch aus, dass ein einseitiges

## 5

Auftragen und Anliegen der Klebflächen zur Herstellung einer Klebverbindung ausreicht, wobei ein Wärmeeintrag vor oder nach dem Auftragen erfolgt. Die Aushärtung erfolgt durch Abkühlung, so dass die Aushärtezeit beliebig klein eingestellt werden kann und so ein Verschieben  
5 der Mikrobauteile auf dem Substrat während der Klebung verhindert wird.

Schmelzklebstoffe haben zudem den Vorteil, dass die Klebverbindung reversibel ist; durch ein Nachhärteprozess jedoch auch irreversibel gemacht werden kann.

10

Die Schmelzklebstoffe werden vorzugsweise als Granulat mit beliebiger Form, vorzugsweise kugelförmig, aufgetragen.

Das Anschmelzen der ausgewählten Klebestellen kann lokal, beispielsweise  
15 mittels fokussierender Wärmequelle einer Laserbestrahlung der ausgewählten Klebstellen oder global durch Erwärmen des gesamten Substrates oder Mikrobauteils beispielsweise mittels Heizplatte oder Infrarotstrahlung erfolgen.

20 Das Auftragen des Schmelzklebstoffs kann auch durch Eintauchen einer ggf. erwärmten strukturierten Oberfläche des Substrates oder Mikrobauteils in pulverförmigen Schmelzklebstoff durchgeführt werden.

25 Das Auftragen des pulverförmigen Schmelzklebstoffs kann auch mit Hilfe eines konturierten Siebs oder einer Maske erfolgen.

Es ist aber auch denkbar, die ausgewählten Klebstellen elektrostatisch aufzuladen und den pulverförmigen Schmelzklebstoff auf die teilweise

elektrostatisch geladene Oberfläche des Substrats oder Mikrobauteils flächig aufzutragen.

5 Ebenfalls möglich ist das elektrostatische Aufladen einer Walze, von der dann pulverförmige Schmelzklebstoffe auf das Substrat oder Mikrobauteil übertragen werden.

Durch kurzzeitiges Erwärmen der Oberfläche erfolgt dann ein Anschmelzen des Klebstoffs an den elektrostatisch geladenen Klebstellen. Anschließend  
10 können die Mikrobauteile einzeln oder gleichzeitig auf das Substrat aufgelegt und durch Erwärmen des Verbundes angeklebt werden.

Der Schmelzklebstoff kann auch durch Auflegen einer Transferfolie mit daran anhaftendem granulatförmigen oder pulverförmigem Klebstoff oder  
15 eine Folie aus dem Schmelzklebstoff selbst auf die zu klebende Oberfläche des Mikrobauteils oder Substrats aufgebracht werden. Die Folie wird zur Auswahl von Klebstellen vorzugsweise konturiert. Es kann aber auch ein mechanisches Stempeln der Folie auf das Substrat oder Mikrobauteil oder eine lokale Erwärmung der Folie an ausgewählten Klebstellen erfolgen, um  
20 den auf der Folie haftenden Klebstoff auf die ausgewählten Klebstellen zu transferieren.

Nach dem Aufkleben des mindestens einen Mikrobauteils auf das Substrat wird vorzugsweise eine Nacherwärmung des Systembauelementes  
25 durchgeführt, um eine Verklebung zu erreichen. Die Nacherwärmung kann hierbei selektiv beispielsweise mittels Laser oder global erfolgen.

Die Granulate der Klebstoffe sollten einen Durchmesser von weniger als 150 µm haben und vorzugsweise im Bereich von 0,5 bis 150 µm liegen.

Die Granulate können hierbei eine beliebige Form, beispielsweise eine Kugelform, haben.

- 5 Die Aufgabe wird weiterhin durch das Mikrosystembauelement gelöst, bei dem die Klebverbindung zwischen Substrat und Mikrobauteilen mit Schmelzklebstoff ausgeführt ist. Dabei sind die Mikrobauteile vorzugsweise kleiner als 1000  $\mu\text{m}$ .

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5      Figur 1 -      Skizze des Verfahrens zum Kleben von Mikrobautteilen mittels Auftragens eines kugelförmigen Schmelzklebstoffs auf eine glatte oder strukturierte Oberfläche;
- 10      Figur 2 -      Skizze des Verfahrens zum elektrostatischen Aufladen einer definierten Klebfläche;
- 15      Figur 3 -      Skizze des Verfahrens zum Auftragen eines pulverförmigen Schmelzklebstoff großflächig auf die Substratoberfläche;
- 20      Figur 4 -      Skizze eines Verfahrens zum Kleben von Mikrobautteilen mit großflächigem Auftragen von Klebstoff und Anschmelzen oder Ansintern ausgewählter Klebflächen mit Hilfe einer fokussierten Wärmequelle;
- 25      Figur 5 -      Skizze der Oberfläche aus Figur 3 und Figur 4 mit nur an den Klebestellen durch elektrostatische Aufladung, Anschmelzung oder Ansinterung verbleibendem Klebstoff;
- 30      Figur 6 -      Skizze eines Verfahrens zum Auftragen von elektrostatisch aufgeladenen pulverförmigen Klebstoff oder dispergierten Schmelzklebstoffs mit Hilfe einer Walze;



- |    |            |  |
|----|------------|--|
|    | Figur 7 -  | Skizze eines Verfahrens zum Auftragen von Klebstoff auf ausgewählte Klebstellen durch Eintauchen einer erhabenen Struktur in pulverförmigen Klebstoff oder eine Dispersion;                  |
| 5  | Figur 8 -  | Skizze eines Verfahrens zum Auftragen von Klebstoff mittels Siebdruck;   |
|    | Figur 9 -  | Skizze eines Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs mit Hilfe eines Transferbandes oder einer aus Schmelzklebstoff hergestellten Folie;   |
| 10 | Figur 10 - | Skizze eines Verfahrens zum Auftragen von Klebstoff mit einem Transferband für konturierte Schmelzklebstoffe;  |
| 15 | Figur 11 - | Skizze des Verfahrens zum Auftragen von Klebstoff auf eine Transferfolie oder einem Substrat, wobei konturierte Klebstoffabschnitte auf die Transferfolie oder dem Substrat abgelegt werden; |
| 20 | Figur 12 - | Skizze des Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs durch Eintauchen eines Mikrobauteils in pulverförmigen Schmelzklebstoff oder eine Dispersion.   |

Die Figur 1 lässt eine Ausführungsform des Verfahrens zum Kleben von Mikrobauteilen auf ein Substrat 1 erkennen. Das Substrat 1 hat entweder eine glatte Oberfläche 2 oder eine strukturierte Oberfläche mit Vertiefungen 3 oder Erhebungen 4. Der Klebstoff 5 wird in Form eines granulatförmigen reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoffs mit Hilfe eines Greifers 6 einzeln auf die Klebeflächen genau abgelegt. Vor allem durch die

strukturierte und/oder erwärmte Oberfläche verhardt der granulatförmige Klebstoff 5 in seiner Position. Die Form der Granulate kann beliebig sein, beispielsweise quaderförmig, prismenförmig, wie dargestellt kugelförmig, oder regellos.

5

Nachdem der Klebstoff 5 derart aufgetragen wurde, wird dieser erwärmt und mindestens ein Mikrobaueteil auf die mit Klebstoff 5 versehenen Klebflächen des Substrates 1 aufgelegt. Das Erwärmen kann auch bereits während des Auftrags mit einem vorgewärmten Greifer 6 erfolgen. Als Greifer 6 kann auch eine Nadel zum Aufnehmen und Platzieren der Klebstoffgranulate eingesetzt werden. Beim Abkühlen wird sofort eine nicht verschiebbliche Klebverbindung zwischen Mikrobaueteil und Substrat 1 hergestellt.

10

Die Figur 2 lässt eine andere Ausführungsform des Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs 5 zum Herstellen von Mikrosystembauelementen erkennen. Hierbei werden ausgewählte Klebflächen 7a mit Hilfe einer Elektrode 8 elektrostatisch aufgeladen. Die Elektrode 8 wird hierbei über die zu klebenden Flächen 7a verfahren, so dass diese in beliebiger Form leicht konturiert werden können.

20

In einer anderen Ausführungsform erfolgt das elektrostatische Aufladen der Klebfläche 7b mit einer geometrisch an die Form der Klebfläche 7b angepassten Elektrode 9 oder Maske.

25

Anschließend kann der Klebstoff 5 mit einem Greifer 6 einzeln aufgelegt oder in Pulverform aufgestreut werden. Die elektrostatische vorgeladene Oberfläche des Substrates 1 kann auch in pulverförmigen Klebstoff 5 eingetaucht werden.

Wie oben bereits beschrieben, erfolgt dann ein Erwärmen des derart lokal aufgetragenen Klebstoffs und Aufbringen des mindestens einen Mikroteils auf das Substrat 1.

5

Die Figur 3 lässt ein Verfahren zum Auftragen eines pulverförmigen Klebstoffs 5 großflächig auf die Oberfläche eines Substrates 1 erkennen.

10 In einem folgenden Schritt, der in der Figur 4 skizziert ist, wird der pulverförmige Klebstoff 5 an den ausgewählten Klebeflächen 7 durch lokale Erwärmung mit einer fokussierbaren Wärmequelle, wie beispielsweise einem Laserstrahl, einem Infrarot-Lichtstrahl, einem UV-Lichtstrahl etc. angeschmolzen oder angesintert. Alternativ können die Klebflächen auch wie in der Figur 2 gezeigt vorher elektrostatisch aufgeladen werden. Der  
15 pulverförmige Klebstoff 5 wird dann von den nicht zu verklebenden Flächen 10 des Substrates 1 entfernt.

Das Anschmelzen oder Ansintern ausgewählter Klebeflächen 7 des wie in der Figur 3 skizziert großflächig mit pulverförmigen Klebstoff 5  
20 beschichteten Substrates 1 kann auch durch Abdecken der nicht zu verklebenden Flächen 10 mit einer reflektierenden Maske und großflächigem Bestrahlen der Oberfläche des Substrates 1 mit einer Wärmequelle erfolgen.

25 Wie in der Figur 5 gezeigt ist, bleibt durch das Anschmelzen oder Ansintern der Klebstoff 5 an den ausgewählten Klebstellen 7 haften und kann von den nicht zu verklebenden Flächen 10 leicht entfernt werden.

Die Figur 6 lässt eine andere Ausführungsform des Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs 5 in Form eines elektrostatisch aufgeladenen pulverförmigen Schmelzklebstoffs oder einer Dispersion eines Schmelzklebstoffs erkennen. Der Klebstoff 5 wird dabei auf eine elektrostatisch geladene oder konturierte Walze 12 aufgebracht, die relativ zu der Oberfläche des Substrates 1 bewegt wird. Hierdurch wird der gezielt lokal auf der Oberfläche der Walze 12 haftende Klebstoff 5 auf die ausgewählten Klebflächen 7 transferiert.

Die Figur 7 lässt eine andere Ausführungsform des Verfahrens zum Auftragen eines Klebstoffs 5 auf ausgewählte Klebstellen eines Substrates 1 oder Mikrobauteils erkennen. Das Substrat 1 oder Mikrobauteil hat an den ausgewählten Klebeflächen 7 eine erhabene Struktur, die in pulverförmigen Klebstoff oder eine Dispersion eines Schmelzklebstoffs eingetaucht wird. Die erhabenen Klebflächen 7 werden auf dieser Weise mit Klebstoff 5 benetzt und die nicht zu klebenden Flächen 10 des Substrates 1 bleiben unbeschichtet.

Die Figur 8 lässt eine andere Ausführungsform zum Auftragen von Klebstoff 5 in Form eines pulverförmigen Schmelzklebstoffs oder einer Dispersion eines solchen Klebstoffs 5 erkennen. Der Klebstoff 5 wird hierbei durch ein konturiertes Sieb gestreut oder mit Hilfe eines Siebdruckverfahren als Dispersion mit Hilfe eines Siebes 13, das den ausgewählten Klebeflächen 7 entsprechende Sieböffnungen 14 hat, aufgetragen.

Die Figuren 9 bis 11 lassen eine andere Methode zum Auftragen von Klebstoff 5 auf ein Substrat 1 oder Mikrobauteil mit Hilfe einer Transferfolie 15 erkennen. Die Transferfolie 15 kann ähnlich wie ein

- Schreibmaschinenband über die Oberfläche des Substrates 1 bewegt werden. Die Transferfolie 15 trägt auf der Oberfläche, die dem Substrat 1 zugewandt ist, den Schmelzklebstoff 5 als relativ dünne Schicht. Mit Hilfe einer fokussierten Wärmequelle 11, beispielsweise eines Lasers, wird die
- 5 Folie an ausgewählten Stellen, die den Klebflächen 7 entsprechen, erwärmt und auf diese Weise der Klebstoff 5 auf die Oberfläche des Substrates 1 an den ausgewählten Klebstellen 7 angeheftet. Alternativ kann mit Hilfe eines konturierten Stempels 16 der Klebstoff 5 an den ausgewählten Klebstellen
- 10 5 mechanisch auf die Oberfläche des Substrates 1 aufgedrückt werden. Die transferbandartige Folie 15 wird, wie durch den Pfeil skizziert, kontinuierlich oder diskontinuierlich relativ zur Oberfläche des Substrates 1 bewegt, so dass immer vollständige Klebstoffflächen zum Auftragen auf das Substrat 1 verfügbar sind.
- 15 Die Figur 10 lässt eine anderen Ausführungsform des Aufbringens von Klebstoff 5 mit Hilfe einer Transferfolie 15 auf ein Substrat 1 und ein Mikrobauteil erkennen. Der Klebstoff 5 ist hierbei bereits in den Klebflächen 7 in entsprechender konturierter Form auf die Transferfolie 15 aufgetragen. Das Konturieren kann durch Ausschneiden beispielsweise mittels Laser oder
- 20 Fräser erfolgen. Die Transferfolie 15 mit dem konturierten Klebstoff 5 wird dann auf die Oberfläche des Substrates 1 gelegt und mit einer Walze 12 angedrückt, so dass der Klebstoff 5 auf der Oberfläche des Substrates 1 haften bleibt.
- 25 Die Figur 11 lässt eine andere Ausführungsform erkennen, bei der eine konturierte Klebstofffolie 17 mit einem Greifer 6 aufgegriffen und auf eine Transferfolie 15 gezielt abgelegt wird. Die Transferfolie 15 kann dann wie in der Figur 10 gezeigt auf das Substrat 1 aufgebracht werden. Die konturierte Klebstofffolie 17 kann aber auch, wie in der Figur 11 skizziert,

unmittelbar auf das Substrat 1 an den ausgewählten Klebflächen 7 abgelegt werden.

Der Greifer 6 kann ein Sauggreifer, ein elektrostatisch geladener Greifer oder ein mechanischer Greifer, eine Nadel etc. sein.

Der Klebstoff 5 kann nicht nur auf die Oberfläche des Substrates 1, wie skizziert, sondern in entsprechender Weise auf die Mikrobauteile oder sowohl auf das Substrat 1 und die Mikrobauteile aufgetragen werden.

10

Hierbei kann, wie in der Figur 12 skizziert, das Mikrobauteil 18 mit einem Greifer 6 ergriffen und in ein Gefäß mit einer Dispersion eines Schmelzklebstoffs oder eines pulverförmigen Schmelzklebstoffs eingetaucht werden. Vorteilhaft ist es, wenn dabei das Mikrobauteil 18 erwärmt ist.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zum Kleben von Mikrobauteilen (18) auf ein Substrat (1) bei der Herstellung von Mikrosystembauelementen, mit folgenden Schritten:

- Auftragen eines reaktiven oder nicht reaktiven Schmelzklebstoffs (5) auf das Mikrobau teil (18) und/oder das Substrat (1);
- Erwärmen des Schmelzklebstoffs (5), und
- Aufbringen des mindestens einen Mikrobau teils (18) auf das Substrat (1), wobei der Schmelzklebstoff (5) auf den Kontaktflächen zwischen Mikrobau teil (18) und Substrat (1) ist, **gekennzeichnet durch**
- flächiges Auftragen von pulverförmigem Schmelzklebstoff (5) auf die Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobau teils (18),
- Anschmelzen ausgewählter Klebestellen (7) durch lokale Erwärmung mittels Bestrahlung der ausgewählten Klebestellen durch eine fokussierbare Wärmequelle (11) der Pulverschicht;
- Entfernen der nicht angeschmolzenen Pulverschicht; und
- Aufkleben des mindestens einen Mikrobau teils (18) auf das Substrat (1).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Erwärmen selektiv mit einer fokussierenden Wärmequelle (11), insbesondere mittels Laser erfolgt.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schmelzklebstoff (5) als Granulat aufgetragen wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anschmelzen mit einem Laser erfolgt.
- 10 5. Ein Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Eintauchen eines erwärmten Substrates (1) oder Mikrobauteils (18) in pulverförmigen Schmelzklebstoff zum Auftragen des Klebstoffs (5) an den eingetauchten Flächen.
- 15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Aufbringen von pulverförmigen Schmelzklebstoff durch ein konturiertes Sieb (13) auf das Substrat (1) oder Mikrobauteil (18).
- 20 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** elektrostatisches Aufladen einer Oberfläche und/oder eines pulverförmigen Schmelzklebstoffs (5) zur Unterstützung des flächigen oder strukturierten Klebstoffauftrages.
- 25 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Eintauchen einer erwärmten strukturierten Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobauteils (18) in



pulverförmigen Schmelzklebstoff zum Auftragen des Klebstoffs (5) an den erhabenen Stellen der strukturierten Oberfläche.

- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** elektrostatisches Aufladen einer Walze (12), flächiges Auftragen des pulverförmigen Schmelzklebstoffs auf die teilweise elektrostatisch geladene Oberfläche der Walze (12) und Übertragen der ausgewählten Klebestellen (7) von der Walze (12) auf das Substrat (1) oder Mikrobauteil (18), und kurzzeitiges Erwärmen  
10 der Oberfläche zum Anschmelzen des Klebstoffs (5).
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** elektrostatisches Aufladen der ausgewählten Klebestellen, flächiges Auftragen des pulverförmigen  
15 Schmelzklebstoffs auf die teilweise elektrostatisch geladene Oberfläche des Substrates (1) oder Mikrobauteils (18), und kurzzeitiges Erwärmen der Oberfläche zum Anschmelzen des Klebstoffs (5) an den elektrostatisch geladenen Klebestellen (7).
- 20 11. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Auflegen einer Transferfolie (15) mit daran anhaftendem granulatförmigen oder pulverförmigem Klebstoff (5) oder einer aus Schmelzklebstoff hergestellten Schicht auf die zu klebende Oberfläche des Mikrobauteils (18) oder Substrates (1).  
25
12. Verfahren nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** Konturieren der Transferfolie (15) zur Auswahl von Klebestellen (7).

13. Verfahren nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** Auftragen des Klebstoffs (5) an ausgewählten Klebestellen (7), wenn die Transferfolie (15) auf der Oberfläche mindestens eines Mikrobauteils (18) oder Substrates (1) aufliegt, durch mechanisches Stempeln der Transferfolie (15) auf das Substrat (1) oder Mikrobauteil (18) oder lokale Erwärmung der Transferfolie (15).
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Vorwärmen mindestens der Oberflächen, auf die Klebstoff (5) aufgetragen wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Nacherwärmung des Mikrosystembauelementes nach dem Aufkleben des mindestens einen Mikrobauteils (18) auf das Substrat (1).
16. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nacherwärmung selektiv mittels fokussierender Wärmequelle (11) oder global erfolgt.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Granulate der Klebstoffe (5) einen Durchmesser von weniger als 150  $\mu\text{m}$  haben.
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Granulate im Bereich von 0,5 bis 150  $\mu\text{m}$  liegt.
19. Mikrosystembauelement mit mindestens einem auf ein Substrat (1) geklebtes Mikrobauteil (18), **dadurch gekennzeichnet, dass** die

## 19

Klebeverbindung nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18 ausgeführt ist.

20. Mikrosystembauelement nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet,**  
5 **dass** die Mikrobauteile (18) kleiner als 1.000  $\mu\text{m}$  sind.

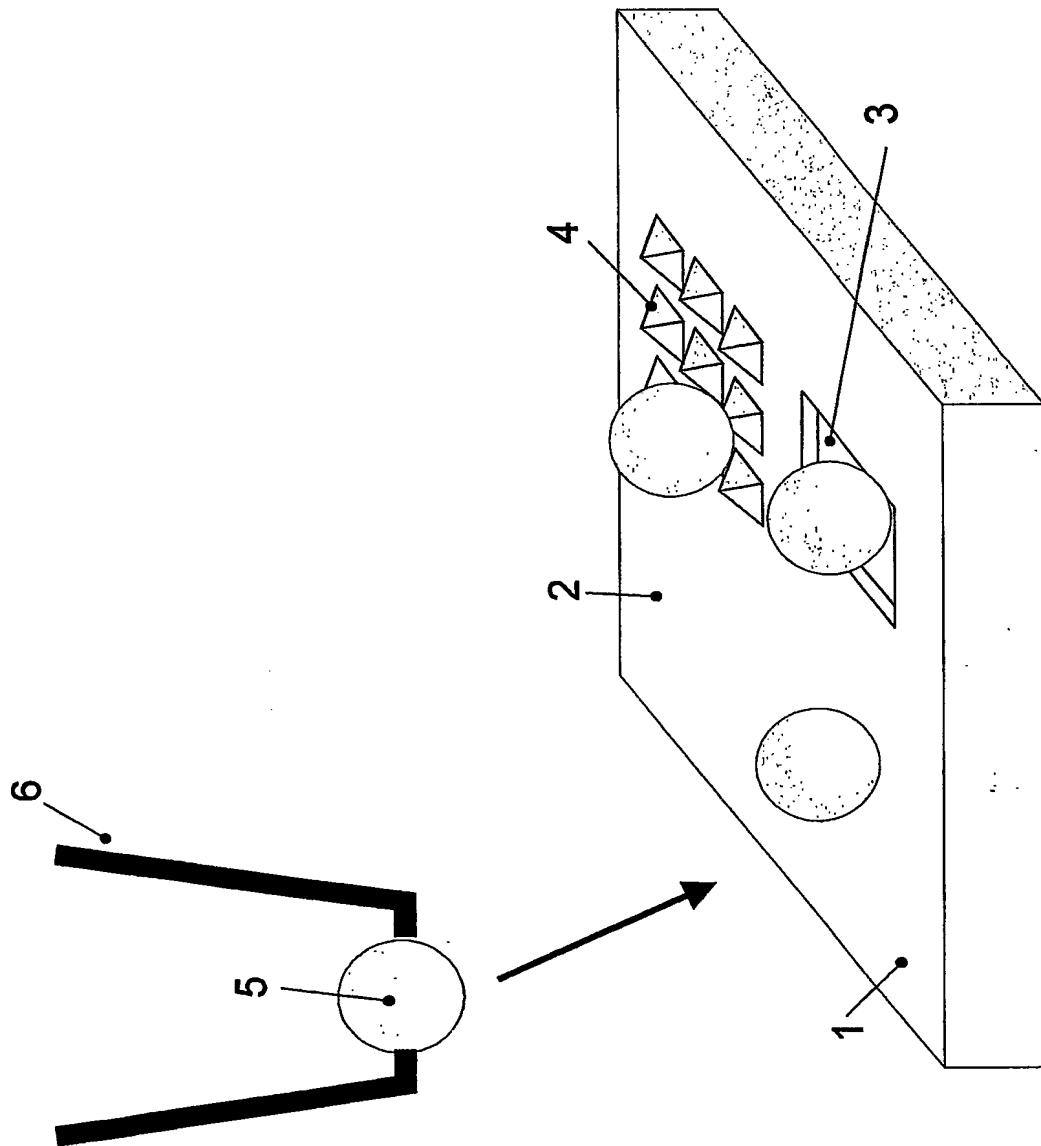


Fig. 1

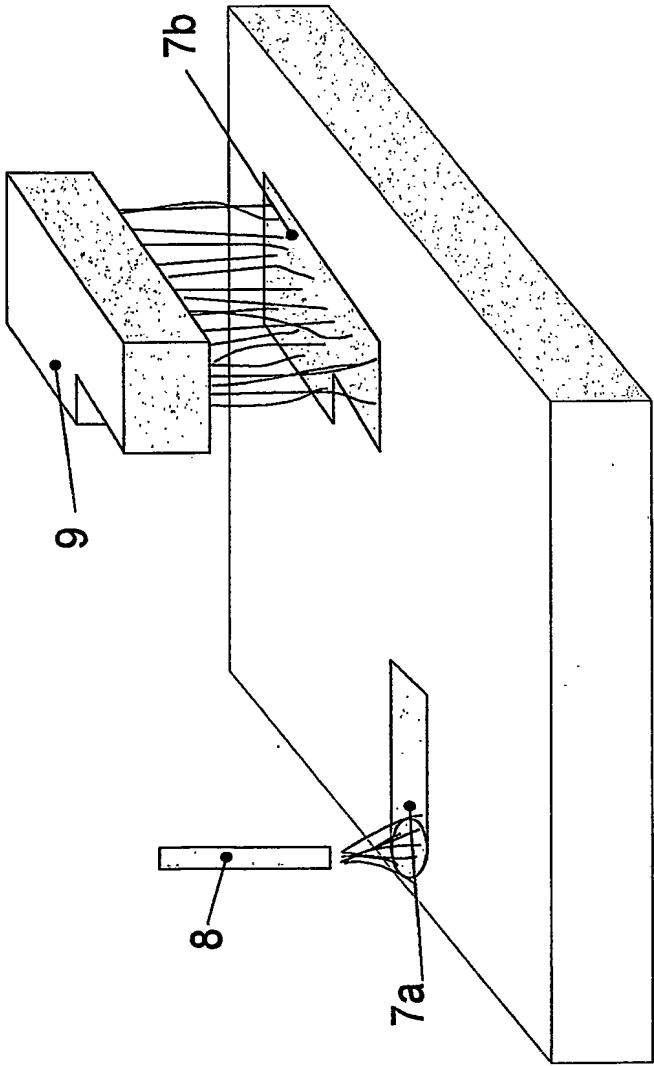


Fig.2

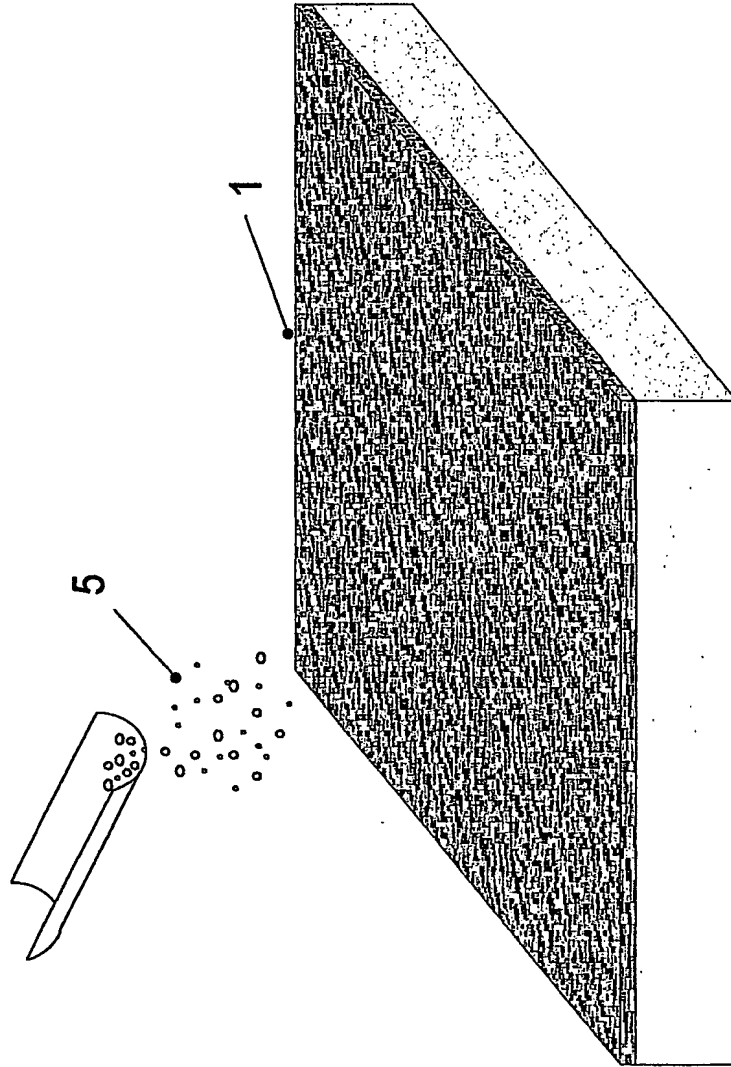


Fig. 3

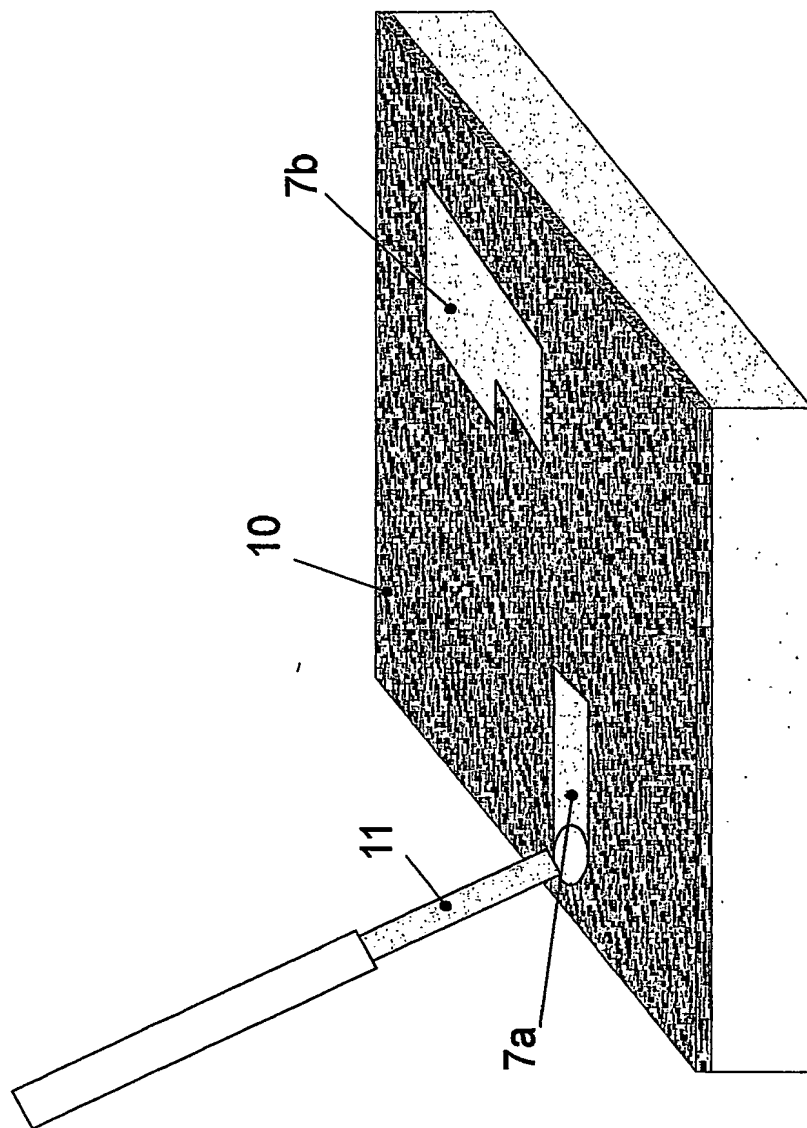


Fig. 4

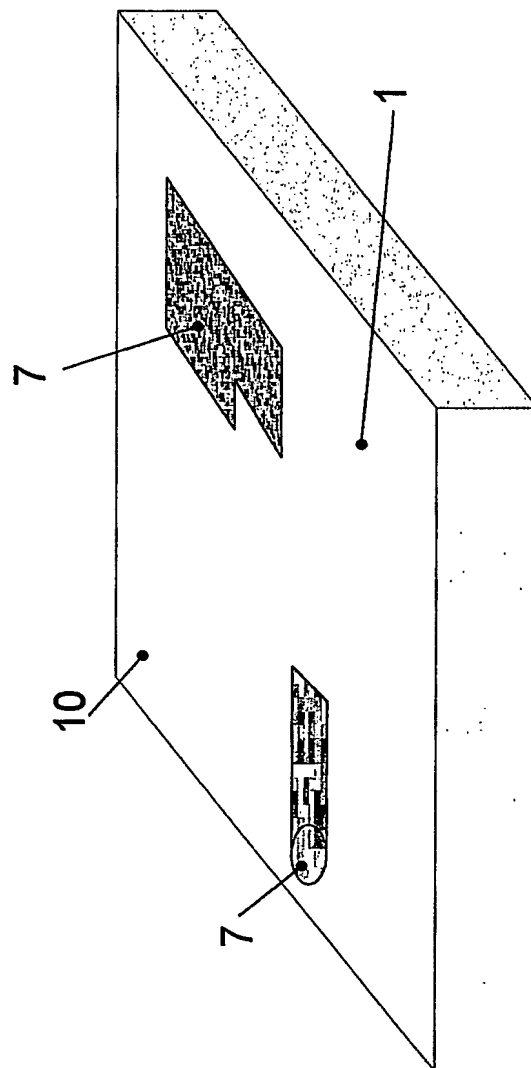


Fig. 5



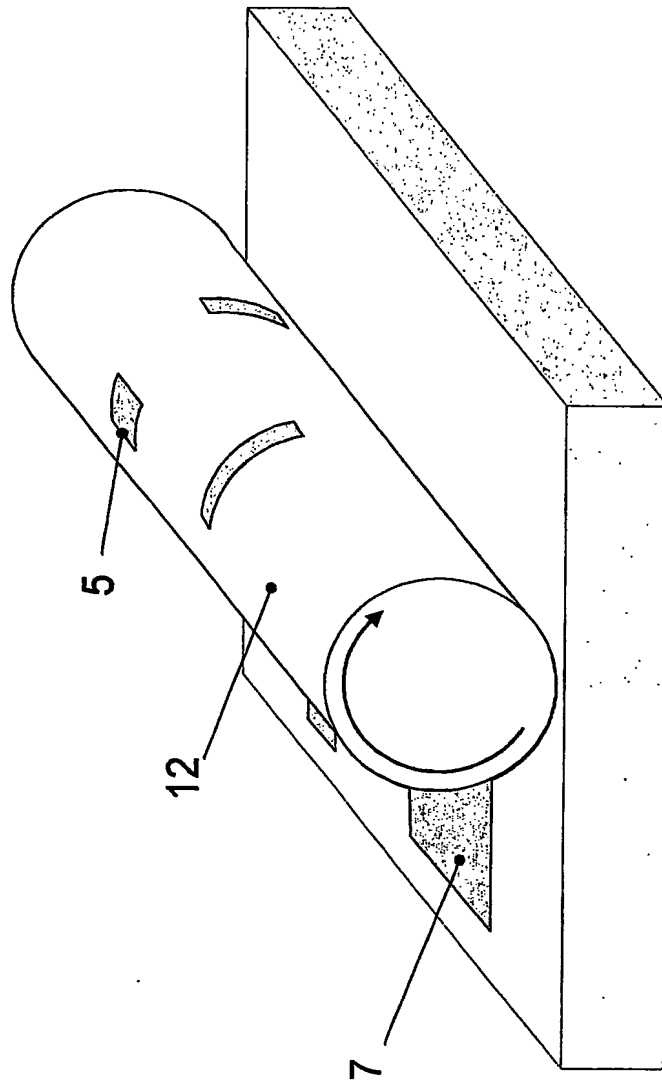


Fig. 6

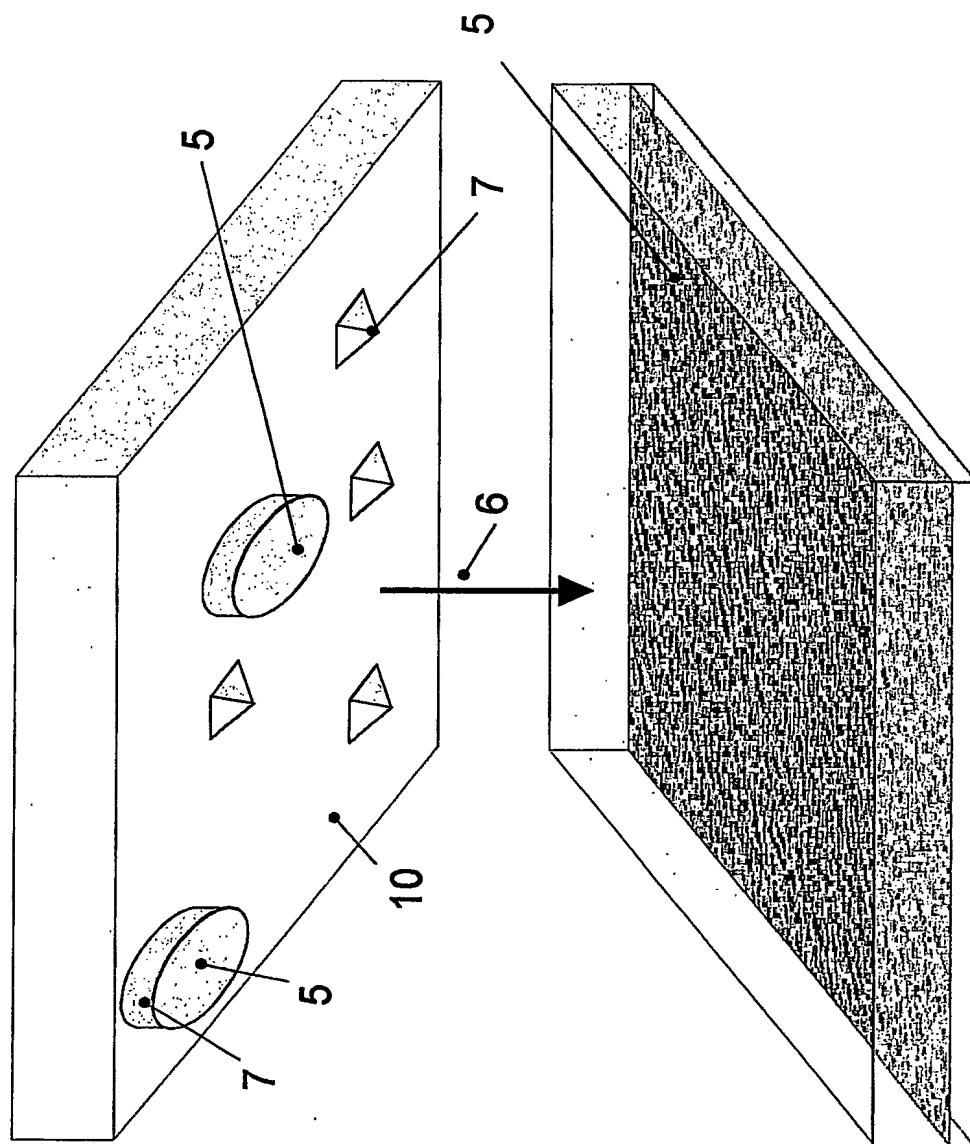


Fig. 7

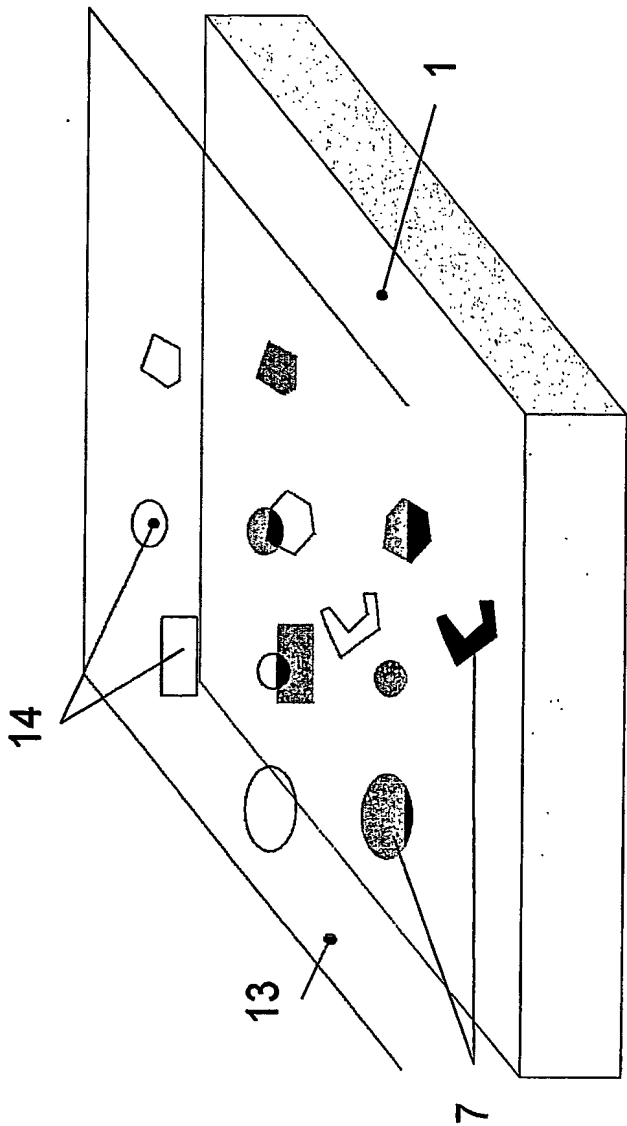


Fig. 8

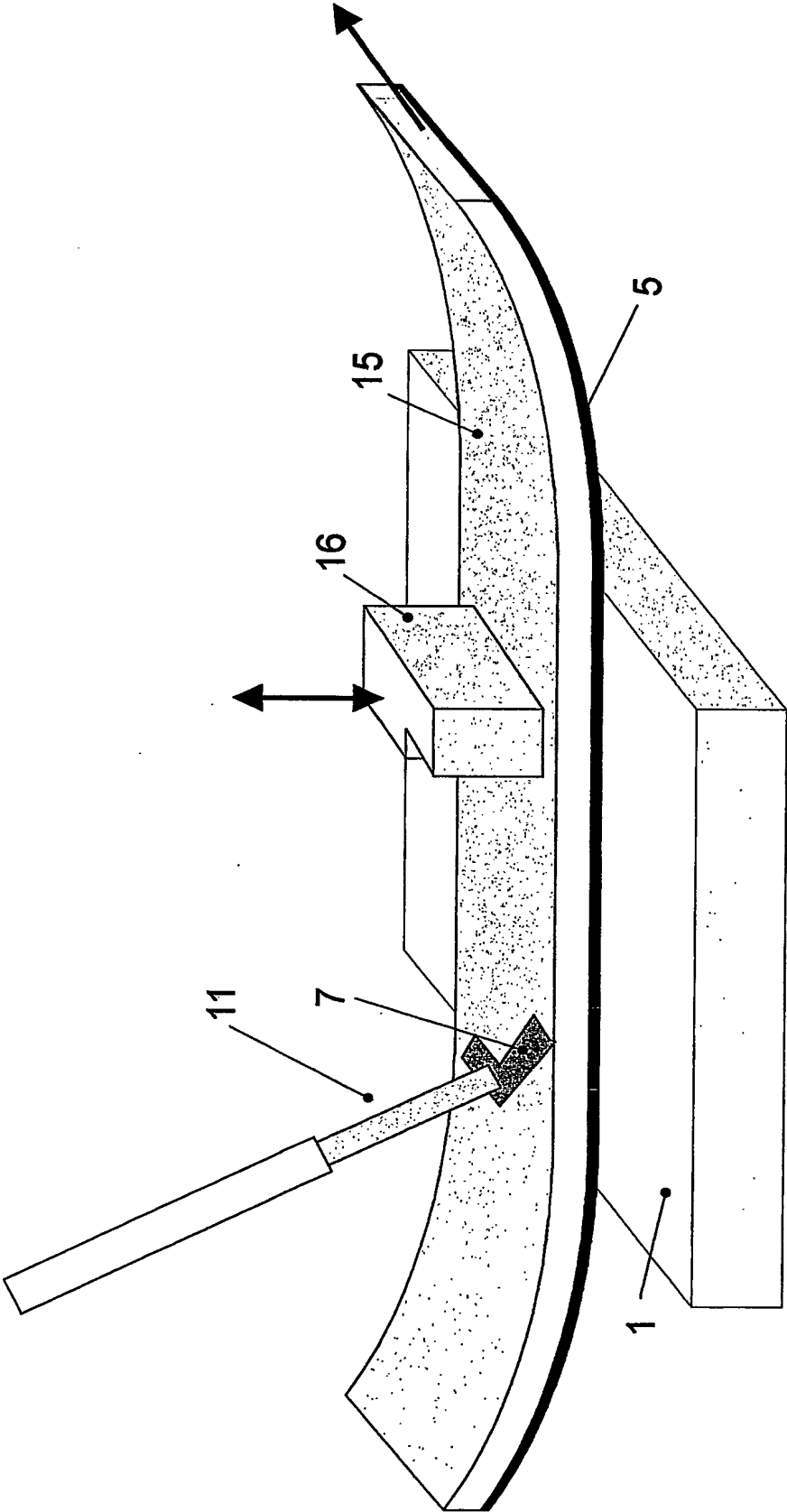


Fig. 9

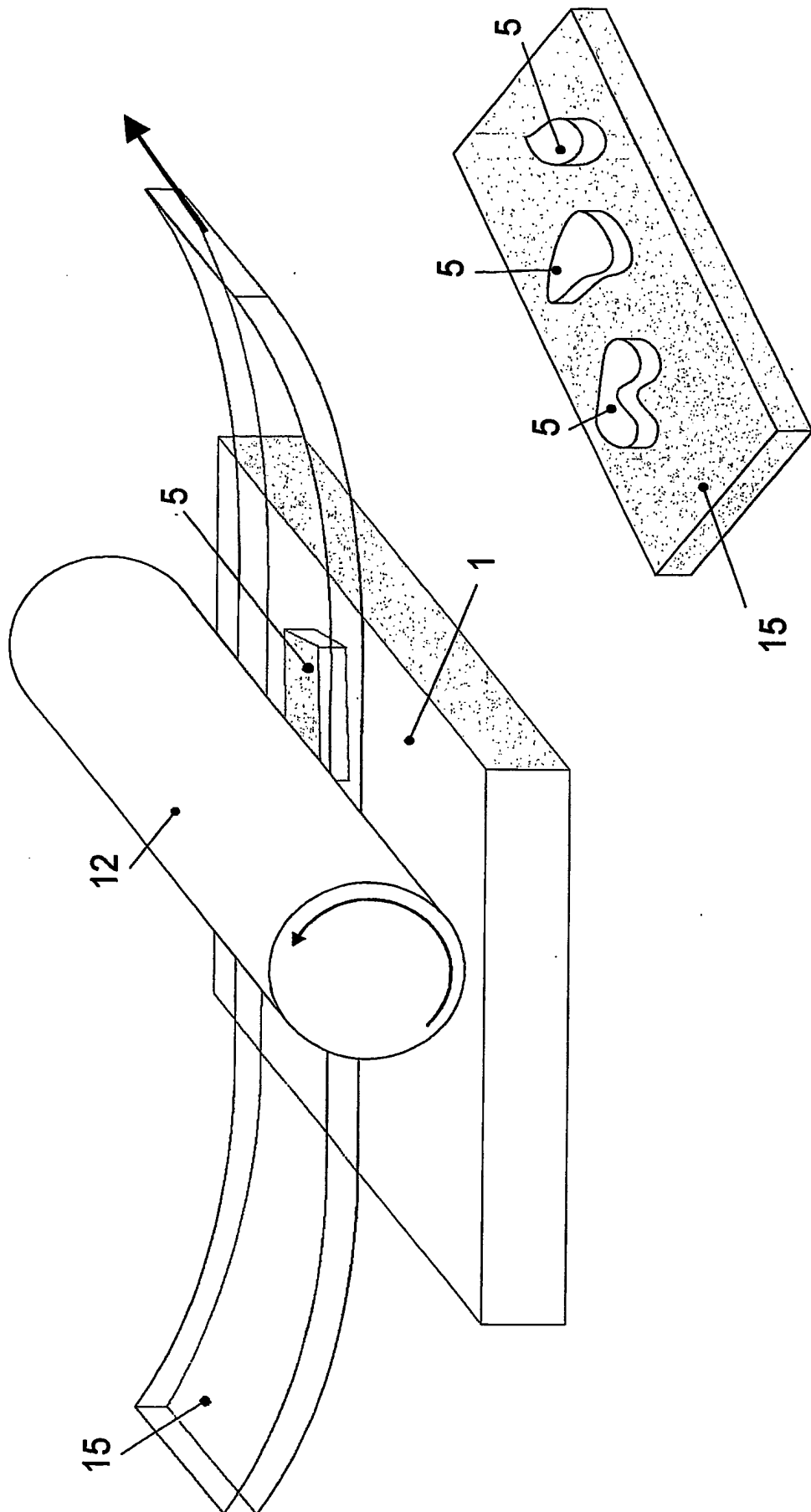


Fig. 10

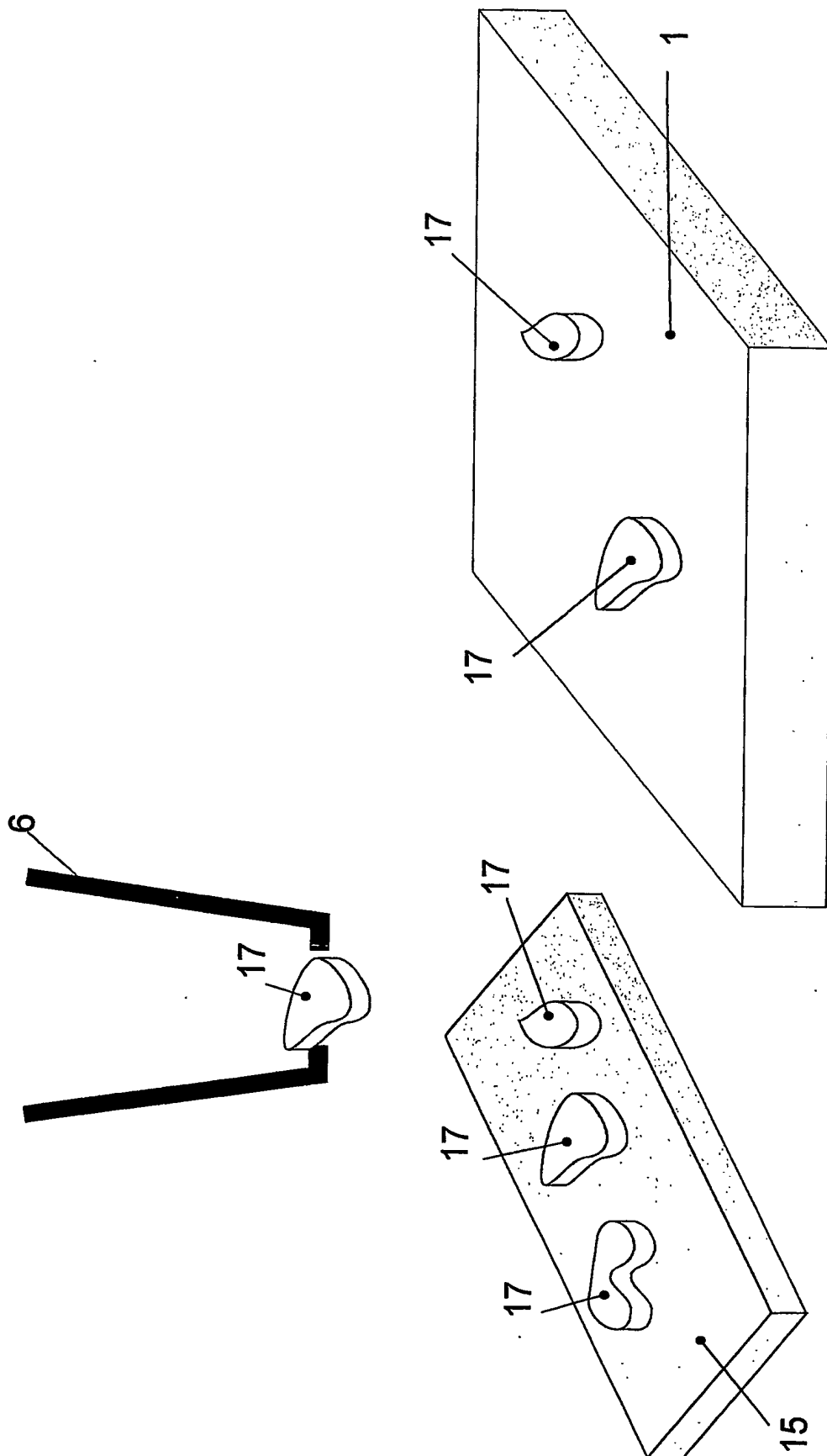


Fig. 11

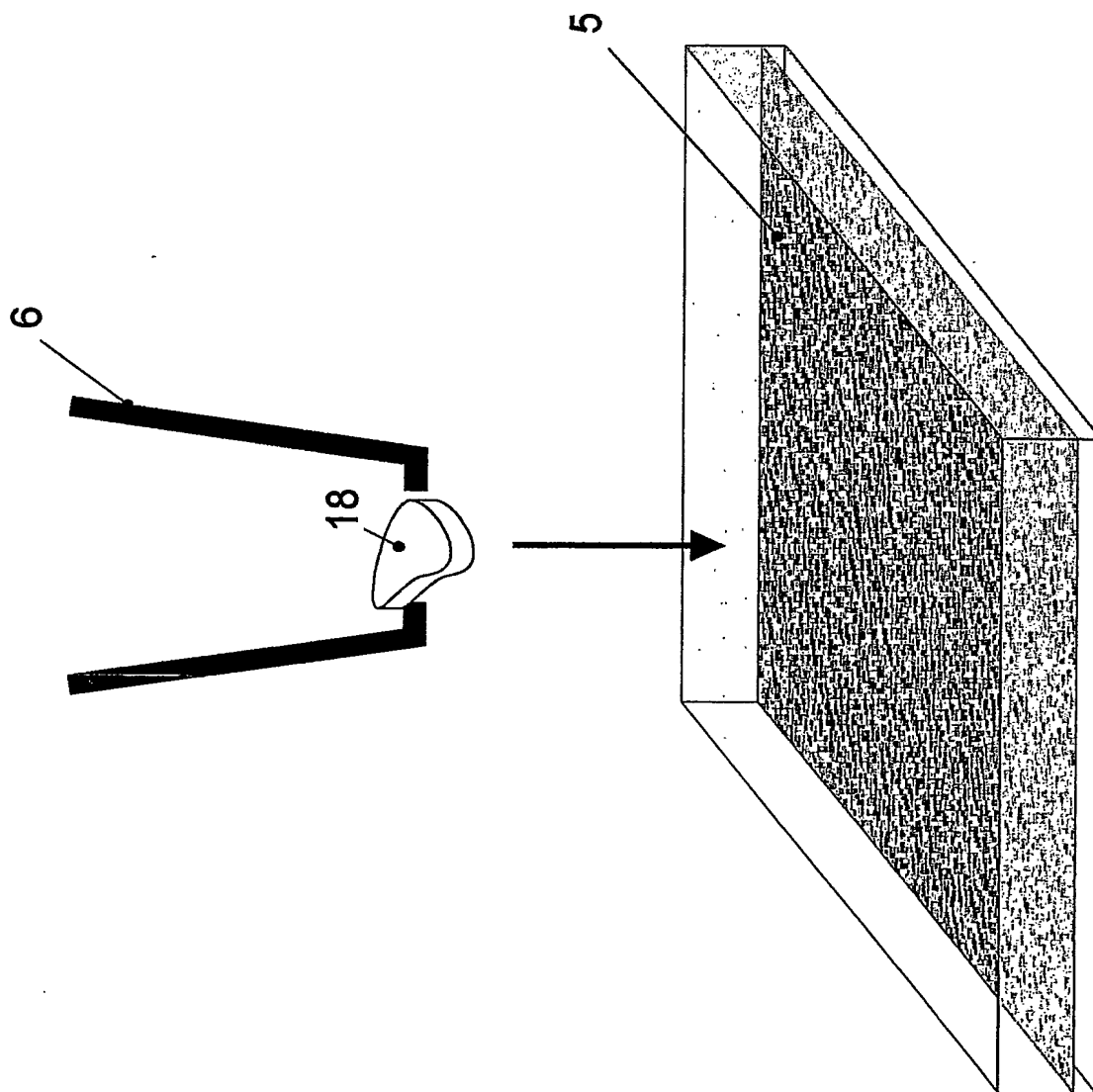


Fig. 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/001770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C09J5/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C09J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 37 39 333 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 1 June 1989 (1989-06-01) cited in the application the whole document	1-20
A	DE 198 19 054 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 11 November 1999 (1999-11-11) the whole document	1-20
A	WO 02/090454 A (KREBS MICHAEL; RUDOLF MICHAEL; SCHEFFLER INGOLF; WICHELHAUS JUERGEN; H) 14 November 2002 (2002-11-14) the whole document	1-20
A	US 6 515 048 B1 (KALBE MICHAEL ET AL) 4 February 2003 (2003-02-04) the whole document	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 November 2004

Date of mailing of the international search report

29/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Golde, L



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE2004/001770

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3739333	A	01-06-1989	DE 3744764 A1 DE 3739333 A1	01-06-1989 01-06-1989
DE 19819054	A	11-11-1999	DE 19819054 A1	11-11-1999
WO 02090454	A	14-11-2002	DE 10122437 A1 BR 0210059 A CA 2446919 A1 CZ 20033038 A3 WO 02090454 A1 EP 1397455 A1 JP 2004531610 T US 2004143034 A1	28-11-2002 17-08-2004 14-11-2002 14-04-2004 14-11-2002 17-03-2004 14-10-2004 22-07-2004
US 6515048	B1	04-02-2003	DE 19856254 A1 AU 1776800 A CN 1329651 T WO 0034406 A1 EP 1151053 A1 HU 0105051 A2 JP 2002531679 T RU 2221699 C2 TR 200101657 T2 TW 502057 B	08-06-2000 26-06-2000 02-01-2002 15-06-2000 07-11-2001 29-04-2002 24-09-2002 20-01-2004 21-12-2001 11-09-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001770

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C09J5/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C09J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	DE 37 39 333 A (MESSERSCHMITT BOELKOW BLOHM) 1. Juni 1989 (1989-06-01) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-20
A	DE 198 19 054 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 11. November 1999 (1999-11-11) das ganze Dokument	1-20
A	WO 02/090454 A (KREBS MICHAEL; RUDOLF MICHAEL; SCHEFFLER INGOLF; WICHELHAUS JUERGEN; H) 14. November 2002 (2002-11-14) das ganze Dokument	1-20
A	US 6 515 048 B1 (KALBE MICHAEL ET AL) 4. Februar 2003 (2003-02-04) das ganze Dokument	1-20

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/11/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Golde, L

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001770

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3739333	A	01-06-1989	DE 3744764 A1	01-06-1989
			DE 3739333 A1	01-06-1989
DE 19819054	A	11-11-1999	DE 19819054 A1	11-11-1999
WO 02090454	A	14-11-2002	DE 10122437 A1	28-11-2002
			BR 0210059 A	17-08-2004
			CA 2446919 A1	14-11-2002
			CZ 20033038 A3	14-04-2004
			WO 02090454 A1	14-11-2002
			EP 1397455 A1	17-03-2004
			JP 2004531610 T	14-10-2004
			US 2004143034 A1	22-07-2004
US 6515048	B1	04-02-2003	DE 19856254 A1	08-06-2000
			AU 1776800 A	26-06-2000
			CN 1329651 T	02-01-2002
			WO 0034406 A1	15-06-2000
			EP 1151053 A1	07-11-2001
			HU 0105051 A2	29-04-2002
			JP 2002531679 T	24-09-2002
			RU 2221699 C2	20-01-2004
			TR 200101657 T2	21-12-2001
			TW 502057 B	11-09-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**